الأسئلة

مصطلحات علمية	
١- قانون بقاء الطاقة	الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم ، لكن يمكن تحويلها من صورة إلى أخرى .
٢- علم الديناميكا الحرارية	العلم الذى يهتم بدراسة الطاقة وكيفية انتقالها.
٣- الكيمياء الحرارية	العلم الذى يهتم بدراسة التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الفيزيائية و الكيميائية.
٤- النظام	أى جزء من الكون يكون موضعًا للدراسة تتم فيه تغيرات فيزيائية أو كيميائية.
٥- الوسط المحيط	الحيز المحيط بالنظام والذى يمكن أن يتبادل معه المادة أو الطاقة على هيئة حرارة أو شغل.
٦- النظام المفتوح	النظام الذى يسمح بتبادل كل من الطاقة والمادة مع الوسط المحيط.
٧- النظام المغلق	النظام الذى يسمح بتبادل الطاقة فقط مع الوسط المحيط.
٨- النظام المعزول	النظام الذى لا يسمح بتبادل أيًا من الطاقة أو المادة مع الوسط المحيط.
٩- السُعر	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد (1g) من الماء بمقدار درجة واحدة مئوية $1^{\circ}C$.
١٠- الجول	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد (1g) من الماء بمقدار $\frac{1}{4.18}\ ^{\circ}C$
١١- القانون الأول للديناميكا الحرارية	الطاقة الكلية لأى نظام معزول تظل ثابتة ، حتى ولو تغيرالنظام من صورة لأخرى.
١٢- درجة الحرارة	مقياس لمتوسط طاقة حركة جزيئات المادة ، يستدل منه على حالة الجسم من السخونة أو البرودة.
١٣- الحرارة النوعية	كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد(1g) من المادة بمقدار درجة واحدة مئوية ($1^{\circ}C$)
١٤- الإنثالبى المولارى (المحتوى الحرارى)	مجموع الطاقات المختزنة فى مول واحد من المادة.

١٥- التغير فى المحتوى الحرارى (ΔH)	الفرق بين مجموع المحتوى الحرارى للنواتج ومجموع المحتوى الحرارى للمتفاعلات.
١٦- المعادلة الكيميائية الحرارية	معادلة كيميائية رمزية موزونة تتضمن التغير فى المحتوى الحرارى (الإنثالبى) المصاحب للتفاعل والذى يمثل أحيانًا فى المعادلة كأحد المتفاعلات أو النواتج.
١٧-التفاعلات الطاردة للحرارة	تفاعلات ينتج عنها طاقة حرارية كناتج من نواتج التفاعل إلى الوسط المحيط، فترتفع درجة حرارته.
١٨- التفاعلات الماصة للحرارة	تفاعلات يلزم لحدوثها امتصاص طاقة حرارية من الوسط المحيط ، فتنخفض درجة حرارته.
١٩- طاقة الرابطة	مقدار الطاقة اللازمة لكسر الروابط أو المنطلقة عند تكوين الروابط فى مول واحد من المادة.
٢٠- حرارة الذوبان القياسية (ΔH°_{sol})	كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عن إذابة مول من المذاب فى كمية من المذيب للحصول على محلول مشبع فى الظروف القياسية.
٢١- حرارة الذوبان المولارية	مقدار التغير الحرارى الناتج عن ذوبان مول من المذاب لتكوين لترمن محلول .
٢٢- الإماهة	ارتباط الأيونات المفككة بجزيئات الماء.
٢٣- حرارة التخفيف القياسية (ΔH°_{dil})	كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة لكل مول من المذاب عند تخفيف المحلول من تركيز أعلى إلى تركيز أقل وهو فى الحالة القياسية.
٢٤- حرارة الاحتراق (ΔH_c)	كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة احتراقًا تامًا فى وفرة من الأكسجين.
٢٥- حرارة الاحتراق القياسية (ΔH°_c)	كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة احتراقًا تامًا فى وفرة من الأكسجين فى الظروف القياسية.
٢٦- حرارة التكوين (ΔH_f)	كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول واحد من المركب من عناصره الأولية.
٢٧- حرارة التكوين القياسية (ΔH°_f)	كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول واحد من المركب من عناصره الأولية بشرط أن تكون فى حالتها القياسية.





٢٨- قانون هس	حرارة التفاعل مقدار ثابت فى الظروف القياسية سواء تم التفاعل على خطوة واحدة أو على عدة خطوات.
٢٩- الإلكترونات	جسيمات سالبة الشحنة ، كتلتها ضئيلة جدًا تدور حول نواة ذرة العنصر.
٣٠- العدد الذرى	عدد البروتونات داخل نواة ذرة العنصر.
٣١- النيوكلونات	البروتونات أو النيوترونات الموجودة داخل نواة العنصر.
٣٢- العدد الكتلى	مجموع أعداد البروتونات و النيوترونات داخل نواة ذرة العنصر.
٣٣- النظائر	ذرات العنصر الواحد التى تتفق فى عددها الذرى وتختلف فى عددها الكتلى ، لاختلاف عدد النيوترونات فى أنويتها.
٣٤- وحدة الكتل الذرية	$\frac{1}{12}$ من كتلة نظير الكربون $^{12}C_6$
٣٥- القوى النووية القوية	قوى تعمل على ترابط النيوكلونات داخل النواة.
٣٦- طاقة الترابط النووى	كمية الطاقة المكافئة لمقدار النقص فى كتلة مكونات النواة.
٣٧- العنصر المستقر	عنصر تبقى نواة ذرته ثابتة بمرور الزمن دون حدوث أى نشاط إشعاعى.
٣٨- العنصر غير المستقر	عنصر تتحلل نواة ذرته بمرور الزمن ، نتيجة حدوث نشاط إشعاعى.
٣٩- الكوارك	جسيم أولى لا يوجد منفردًا ، وتتكون منه جميع النيوكليونات.

ثانيًا : ما معنى قولنا أن :

١- الحرارة النوعية للماء 4.18 J/g.˚C : أى أن كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1g من الماء بمقدار 1˚C تساوى 4.18J

٣- قيمة ∆H لتفاعل ما بإشارة موجبة : أى أن هذا التفاعل ماص للحرارة.

٤- $H_{prod} < H_{react}$ لتفاعل ما : أى أن هذا التفاعل طارد للحرارة.

٥- حرارة ذوبان بروميد الليثيوم تساوى -49kJ/mol : أى أن كمية الحرارة المنطلقة عند ذوبان مول واحد من بروميد الليثيوم فى كمية من المذيب للحصول على محلول مشبع تساوى 49 kJ

٦- حرارة الذوبان المولارية لحمض الكبريتيك تساوى -71.06kJ/mol : أى أن كمية الحرارة المنطلقة عند ارتباط أيونات الفضة بجزيئات الماء تساوى 510kJ

٧- طاقة إماهة أيونات الفضة تساوى -510J/mol : أى أن كمية الحرارة المنطلقة عند ارتباط أيونات الفضة بجزيئات الماء تساوى 510kJ

٨- احتراق مول من غاز البروبان ينتج عنه 2323.7kJ : أى أن ΔH_c لغاز البروبان تساوى 2323.7kJ

٩- HCl مركب ثابت حراريًا : أى أن محتواه الحرارى أكبر من المحتوى الحرارى لعناصره الأولية.

١٠- تكوين مول من مركب HBr ينطلق عنه 36kJ : أى أن HBr مركب ثابت حراريًا (ΔH_f° = -36 kJ/mol) .

١١- تكوين مول من مركب HI يحتاج امتصاص 26kJ : أى أن HI مركب غير ثابت حراريًا (ΔH_f° =+26 KJ/mol)

ثالثًا : علماء و إسهاماتهم :

١- رذرفورد : * وضع نموذج رذرفورد الذرى والذى افترض فيه ما يلى :

- يوجد فى مركز الذرة نواة صغيرة موجبة الشحنة.
- تدور الإلكترونات حول النواة على بُعد كبير نسبيًا منها.
- الذرة معظمها فراغ ، حيث أن حجم النواة صغير جدًا بالنسبة لحجم الذرة.
- تتركز كتلة الذرة فى النواة.

* أثبت عام ١٩١٩ أن نواة الذرة تحتوى على بروتونات موجبة الشحنة.
* أجرى عام ١٩١٩ أول تفاعل تحول نووى صناعى للعناصر.

٢- بور : * وضع نموذج بور الذرى الذى افترض فيه أن الإلكترونات سالبة الشحنة تدور حول النواة فى مدارات معينة ثابتة ، أطلق عليها اسم مستويات الطاقة.

٣- شادويك : * اكتشف عام ١٩٣٢ أن النواة تحتوى على نيوترونات متعادلة الشحنة.

٤- أينشتين : * وضع معادلة رياضية توضح العلاقة بين الكتلة والطاقة.

٥- مورى جليمان : * اقترح أن الهادرون عبارة عن تجمع من اثنين أو ثلاثة كواركات.

رابعًا : أهم المقارنات :

(٢)	التفاعلات الطاردة للحرارة	التفاعلات الماصة للحرارة
التعريف	تفاعلات ينطلق عنها طاقة حرارية كناتج من نواتج التفاعل إلى الوسط المحيط	تفاعلات يلزم لحدوثها امتصاص طاقة حرارية من الوسط المحيط
اتجاه انتقال الحرارة	* تنتقل فيها الطاقة الحرارية من النظام إلى الوسط المحيط مما يؤدى إلى : - انخفاض درجة حرارة النظام - ارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط	* تنتقل فيها الطاقة الحرارية من الوسط المحيط إلى النظام مما يؤدى إلى : - ارتفاع درجة حرارة النظام. - انخفاض درجة حرارة الوسط المحيط.
التغير فى المحتوى الحرارى (ΔH)	قيمة ΔH لها بإشارة سالبة لأن المحتوى الحرارى للنواتج أقل من المحتوى الحرارى للمتفاعلات.	قيمة ΔH لها بإشارة موجبة لأن المحتوى الحرارى للنواتج أكبر من المحتوى الحرارى للمتفاعلات.

مثال	* تفاعل اتحاد غازى الهيدروجين والأكسجين لتكوين الماء $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(\ell)}$ $\Delta H = -285.8$ kj/mol	* تفاعل تفكك كربونات الماغنسيوم بالحرارة إلى أكسيد ماغنسيوم وغاز CO_2 $MgCO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} MgO_{(s)} + CO_{2(g)}$ $\Delta H = +117.3$ kJ/mol

خامسًا : مسائل هامة :

١) باستخدام المسعر الحرارى تم حرق 0.28 g من قود البروبانول فارتفعت درجة حرارة الماء بمقدار 21.5˚C فإذا علمت أن كتلة الماء فى المسعر 100g احسب كمية الحرارة الناتجة عن احتراق هذه الكمية من الوقود.

الحل :

$q = mc\Delta t$

$= 100 \times 4.18 \times 21.5$

$= 9030J$

٢) احسب حرارة التفاعل التالى ، وحدد ما إذا كان التفاعل طاردًا أو ماصًا للحرارة.

$$CH_{4(g)} + 2O_2(g) \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

علمًا بأن طاقة الروابط مقدرة بوحدة KJ/mol كما يلى :

C=0	0-H	C-H	0=0
745	467	413	498

الحل:

```
        H
        I
H-   C   -H        + 2    0=0    →     0=C=0 + 2    H         H
        I                                                  0
        H
```

طاقة ممتصة — طاقة منطلقة

[4 x 418 + 2 x 498] → - [2 x 745 + 2 x 2 x 467]

$\Delta H = 2648 + (-3358) = -710$ KJ/mol

∴ التفاعل طارد للحرارة لأن (ΔH) سالبة

٣) إذا كانت حرارة تكوين الميثان (-74.6) kJ/mole وثانى اكسيد الكربون (-393.5)kJ/mol وبخار الماء (-241.8) KJ/mol احسب التغير فى المحتوى الحرارى للتفاعل الموضح

$$CH_{4(g)} + 2\,O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

الحل :

$\Delta H^{\circ}_{f} = \quad H^{\circ}_{f} \quad - \quad H^{\circ}_{f}$

نواتج　　　　　متفاعلات

$\Delta H^{\circ}_{f} = (-393.5) + 2 \times (-241.8) - (-74.6)$

$= 802.5 \text{ KJ/mol}$

٤) احسب حرارة التفاعل لاحتراق غاز NO (أكسيد النيتريك) لتكوين غاز NO_2 كما فى المعادلة:

$No_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)}$

مستخدمًا المعادلتين التاليين

1) $\frac{1}{2} N_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow NO_{(g)}$　　$\Delta H = +90.29$ KJ/mol

2) $\frac{1}{2} N_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)}$　　$\Delta H = +33.2$ KJ/mol

الحل : بطرح المعادلة (1) من المعادلة (2)

$\frac{1}{2} N_{2(g)} + O_{2(g)} - \frac{1}{2} N_{2(g)} - \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)} - NO_{(g)} - NO_{(g)}$　　$\Delta H = \Delta H_2 - \Delta H_1$

$\frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)} - NO_{(g)}$　　$\Delta H = -57.09$ KJ/mol

$NO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)}$　　$\Delta H = -57.09$ KJ/mol

٥) احسب كمية الطاقة الناتجة عن تحول 5g من مادة إلى طاقة مقدرة بالجول و بالمليون إلكترون فولت.

الحل :

$E = m \quad C^2$

$= \frac{5}{1000} \times (3 \times 10^8)^2 = 45 \times 10^{13}$ J

$= \frac{5}{1.66 \times 10^{-24}} \times 931 = 2.8 \times 10^{27}$ Mev

سادسًا : أهم التعليلات :

١- يعتبر الترمومتر الطبى نظام مغلق ؟

- لأنه يسمح بتبادل الطاقة فقط مع الوسط المحيط.

٢- الحرارة النوعية خاصية مميزة للمادة ؟

- لأنها مقدار ثابت للمادة ويختلف من مادة لآخرى ولايعتمد على الكتلة.

٣- يختلف المحتوى الحرارى من مادة لآخرى.

- لأختلاف المواد عن بعضها فى نوع وعدد الذرات و الترابط بينهما.

٤- التفاعلات الطاردة للحرارة تكون مصحوبة بانطلاقة قد من الطاقة الحرارية

- لأن المحتوى الحرارى للنواتج أقل من المحتوى الحرارى للمتفاعلات.

٥- ذوبان هيدروكسيد الصوديوم فى الماء طارد للحرارة؟

- لأن طاقة الاماهة أكبر من طاقة تفكك الجزيئات إلى آيونات.

٦- يتم اللجوء لطرق غير مباشرة لحساب حرارة التفاعل أحيانًا؟

لعدة اسباب :

أ- اختلاط المتفاعلات أو النواتج بمواد أخرى.

ب- البطء الشديد لبعض التفاعلات.

ج- خطورة قياس حرارة التفاعل بطرق تجريبية.

ء- صعوبة قياس حرارة التفاعل فى الظروف العادية من الضغط ودرجة الحرارة.

٧- أهمية قانون هس فى الكيمياء الحرارية ؟

- حساب التغير فى المحتوى الحرارى للتفاعلات التى لا يمكن قياسه لها بطريقة مباشرة.

٨- الكتلة الفعلية لنواة أى ذرة أقل من مجموع كتل مكوناتها؟

- لتحول جزء من كتلة مكونات النواة إلى طاقة ترابط نووى.

٩- تعتبر طاقة الترابط النووى لكل نيوكلون مقياسًا مناسبًا لمدى الاستقرار النووى؟

- لأن ثبات الأنوية يزداد بزيادة قيمة طاقة الترابط النووى لكل نيوكلون.

٢ علماء وإسهاماتهم

هنرى بيكريل	* اكتشف ظاهرة النشاط الإشعاعى الطبيعى.
مارى كورى	* اهتمت بدراسة ظاهرة النشاط الإشعاعى الطبيعى وتعتبر أول من أطلق عليها هذا الاسم.

٣ معادلات نووية

* عند انبعاث جسيم ألفا من نواة ذرة عنصر مشع يتكون عنصر جديد، عدده الذرى أقل بمقدار 2 وعدده الكتلى أقل بمقدار 4 بالنسبة للنواة الأم :

1 $^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$

يورانيوم 238 — ثوريوم 234 — جسيم ألفا



2 $^{220}_{88}Ra \longrightarrow {}^{216}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$

راديوم 220 — رادون 216 — جسيم ألفا

* عند انبعاث جسيم بيتا من نواة ذرة عنصر مشع يتكون عنصر جديد، عدده الذرى أكبر بمقدار 1، بينما لا يتغير عدده الكتلى بالنسبة للنواة الأم :

3 $^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e$

كربون 14 — نيتروچين 14 — جسيم بيتا

4 $^{22}_{11}Na \longrightarrow {}^{22}_{12}Mg + {}^{0}_{-1}e$

صوديوم 22 — ماغنسيوم 22 — جسيم بيتا

* تحول نيوترون إلى بروتون يصاحبه انبعاث جسيم بيتا :

5 $^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}H + {}^{0}_{-1}e$

نيوترون — بروتون — جسيم بيتا

* تفاعلات التحول الصناعى للعناصر :

– استخدام جسيم ألفا كقذيفة (تحول نظير النيتروچين 14 إلى نظير الأكسچين 17) :

6 $^{14}_{7}N + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{18}_{9}F^* \longrightarrow {}^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}H$

نيتروچين 14 — جسيم ألفا — فلور 18 — أكسچين 17 — بروتون

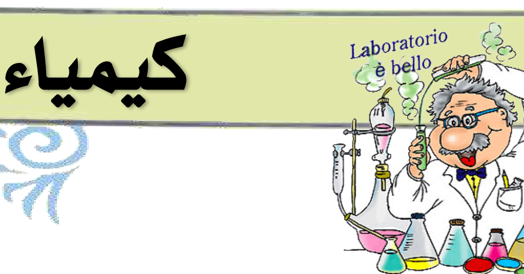


النشاط الإشعاعى والتفاعلات النووية



١ مصطلحات علمية

التفاعلات النووية	تفاعلات تتضمن تغير فى تركيب أنوية ذرات العناصر المتفاعلة وتكوين أنوية ذرات عناصر جديدة عند تصادم أنوية الذرات المتفاعلة.
عمر النصف	الزمن الذى يقل فيه عدد أنوية العنصر المشع إلى النصف.
تفاعلات التحول الصناعى للعناصر	تفاعلات نووية يتم فيها قذف نواة عنصر ما (يُعرف بالهدف) بجسيم ذو طاقة حركة مناسبة (يُعرف بالقذيفة)، فتتحول إلى نواة جديدة فى صفاتها الفيزيائية والكيميائية.
الانشطار النووى	تفاعل يتم فيه قذف نواة ثقيلة بقذيفة نووية خفيفة، ذات طاقة حركة منخفضة، فتنشطر إلى نواتين متقاربتين فى الكتلة، وعدد من النيوترونات وطاقة هائلة.
التفاعل المتسلسل	تفاعل نووى انشطارى، تستخدم النيوترونات الناتجة منه كقذائف، بشكل يضمن استمراره تلقائيًا بمجرد بدئه.
الحجم الحرج	كمية اليورانيوم 235 التى يقوم فيها نيوترون واحد – فى المتوسط – من كل تفاعل ببدء تفاعل جديد.
الاندماج النووى	عملية دمج نواتين خفيفتين، لتكوين نواة عنصر آخر أثقل منهما وكتلتها أقل من مجموع كتل الأنوية المندمجة.
الإشعاعات المؤينة	الإشعاعات التى تحدث تغيرات فى تركيب الأنسجة التى تتعرض لها.
الإشعاعات غير المؤينة	الإشعاعات التى لا تحدث تغيرات فى تركيب الأنسجة التى تتعرض لها.







ع مقارنات

١	أشعة ألفا	أشعة بيتا	أشعة جاما
الرمز	α	β^-	γ
الطبيعة	نواة ذرة هيليوم $^{4}_{2}He$	إلكترون نواة $^{0}_{-1}e$	فوتون عالى الطاقة
الكتلة	أربعة أمثال كتلة البروتون تقريبًا	$\frac{1}{1800}$ من كتلة البروتون	عديمة الكتلة
القدرة على النفاذ	ضعيفة	متوسطة	عالية جدًا
القدرة على تأين الغازات	عالية جدًا	عالية	منخفضة
التأثر بالمجال الكهربى	تنحرف ناحية القطب السالب	تنحرف ناحية القطب الموجب	لا تتأثر بالمجال الكهربى
التأثر بالمجال المغناطيسى	تتأثر بانحراف صغير	تتأثر بانحراف كبير	لا تتأثر بالمجال المغناطيسى

٢ التفاعلات الكيميائية	التفاعلات النووية
* تتم عن طريق إلكترونات مستوى الطاقة الخارجي.	* تتم عن طريق نيوكلونات النواة.
* لا تؤدى إلى تحول العنصر إلى عنصر آخر.	* تؤدى إلى تحول العنصر إلى نظيره أو إلى عنصر آخر.
* نظائر العنصر الواحد تعطى نفس النواتج.	* نظائر العنصر الواحد تعطى نواتج مختلفة.
* تكون مصحوبة بانطلاق أو امتصاص قدر محدد من الطاقة.	* تكون مصحوبة بانطـلاق كميات هائلة من الطاقة.

٣	الإشعاعات المؤينة	الإشعاعات غير المؤينة
التعريف	الإشعاعات التى تحدث تغيرات فى تركيب الأنسجة التى تتعرض لها	الإشعاعات التى لا تحدث تغيرات فى تركيب الأنسجة التى تتعرض لها
أمثلة	* أشعة ألفا. * أشعة بيتا. * أشعة جاما. * الأشعة السينية.	* أشعة الراديو. * أشعة الميكروويف. * الأشعة تحت الحمراء. * الأشعة فوق البنفسجية. * أشعة الليزر. * الضوء المرئى.
الأضرار	* إتلاف الخلية الحية وتكسير الكروموسومات الموجودة بداخلها وإحداث بعض التغيرات الجينية بها. * استمرار التعرض يؤدى إلى : – منع أو تأخر انقسام الخلايا، أو زيادة معدل انقسامها وهو ما يؤدى إلى تكون الأورام السرطانية. – حدوث تغيرات مستديمة فى الخلايا تنتقل وراثيًا إلى الأجيال التالية. – موت الخلايا.	* الإشعاعات الصادرة من أبراج تقوية المحمول قد تسبب تغيرات فسيولوجية فى الجهاز العصبى تظهر على هيئة : صداع ، دوار، إعياء، وقد يصل الأمر إلى فقدان الذاكرة. * المجال المغناطيسى والكهربى لأشعة الراديو يؤثر على خلايا الجسم حيث يسبب ارتفاع درجة حرارتها. * وضع الحاسب المحمول (اللاب توب) على الركبتين يؤثر على الخصوبة.

٥ قوانين

(١) عمر النصف $(t_{\frac{1}{2}}) = \dfrac{\text{الزمن الكلى للتحلل (t)}}{\text{عدد مرات التحلل (D)}}$

مثال احسب عمر النصف لعنصر مشع، إذا علمت أن عينة منه كتلتها 12 g يتبقى منها 1.5 g بعد مرور 45 days

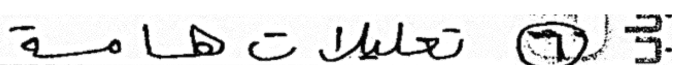
الحل

$$12\text{ g} \xrightarrow[(1)]{t_{\frac{1}{2}}} 6\text{ g} \xrightarrow[(2)]{t_{\frac{1}{2}}} 3\text{ g} \xrightarrow[(3)]{t_{\frac{1}{2}}} 1.5\text{ g}$$

$\because D = 3$

$\therefore t_{\frac{1}{2}} = \dfrac{t}{D} = \dfrac{45}{3} = 15\text{ days}$





(١) لا يستخدم فى المفاعلات الانشطارية كمية من اليورانيوم كتلتها أكبر بكثير من الكتلة الحرجة.
لكى تؤدى التفاعلات الانشطارية المتسلسلة الحادثة بداخل هذه المفاعلات إلى إنتاج طاقة دون حدوث انفجار.

---

(٢) تتزايد الطاقة الناتجة من التفاعل الانشطارى المتسلسل لليورانيوم 235 باستمرار التفاعل.
للزيادة المستمرة فى أعداد النيوترونات المستخدمة فى عملية شطر أنوية اليورانيوم.

---

(٣) حدوث تفاعلات نووية اندماجية داخل نجم الشمس وصعوبة تحقيق ذلك فى المختبرات.
لأن التفاعلات النووية الاندماجية تتم عند درجة حرارة مرتفعة جدًا من رتبة 10^7 درجة كلفينية.

---

(٤) * تسمية الإشعاعات المؤينة بهذا الاسم.
* تعتبر الأشعة السينية من الإشعاعات المؤينة.
لأنه عند سقوط هذه الأشعة على أى جسم، تتصادم مع الذرات المكونة له، مسببة تأينها.

---

(٥) عند خروج جسيم بيتا من نواة ذرة عنصر، يتكون عنصر جديد عدده الذرى أكبر بمقدار 1، فى حين لا يتغير العدد الكتلى.
لأن جسيم بيتا ينتج من تحول نيوترون إلى بروتون.

$${}_{0}^{1}n \longrightarrow {}_{1}^{1}H + {}_{-1}^{0}e$$

---

(٦) * لا يؤدى انبعاث أشعة جاما من نواة ذرة عنصر مشع إلى حدوث تغير فى العدد الكتلى أو العدد الذرى.
* عدم حدوث تحول عنصرى عند انبعاث إشعاع جاما من نواة ذرة عنصر مشع.
لأنها عبارة عن فوتونات عديمة الكتلة والشحنة.

---

(٧) كبر طاقة فوتونات أشعة جاما.
لكبر تردد موجاتها وصغر أطوالها الموجية.

---

(٨) * يُعتبر النيوترون من أفضل القذائف.
* يستخدم النيوترون كقذيفة نووية فى التفاعل الانشطارى.
لأنه لا يحتاج إلى سرعة عالية لاختراق النواة حيث أنه جسيم متعادل الشحنة، لا يلاقى تنافرًا مع الإلكترونات المحيطة بالنواة.